

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DE CINCO ACCESIONES DE "SACHA INCHI" (*Plukenetia volubilis* L.) PROPAGADOS POR ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS EN LA LOCALIDAD DE BELLO HORIZONTE.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

Bach: LUIS MIGUEL CRUZ VEINTEMILLA

TARAPOTO - PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL

ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



TESIS

FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DE CINCO ACCESIONES DE “SACHA INCHI” (*Plukenetia volubilis* L.) PROPAGADOS POR ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS EN LA LOCALIDAD DE BELLO HORIZONTE.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

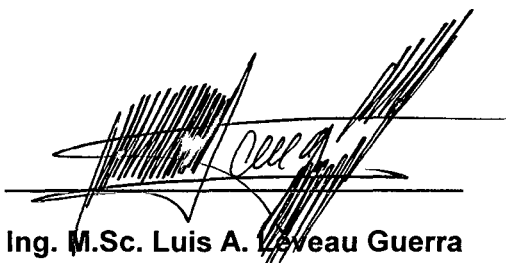
Bach: LUIS MIGUEL CRUZ VEINTEMILLA

**Tarapoto – Perú
2013**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
DEPARTAMENTO ACADÉMICO AGROSILVO PASTORIL
ESCUELA ACADÉMICO - PROFESIONAL DE AGRONOMÍA
ÁREA DE PROTECCIÓN Y MEJORAMIENTO DE CULTIVOS

TESIS

FENOLOGÍA Y RENDIMIENTO DE CINCO ACCESIONES DE “SACHA INCHI” (*Plukenetia volubilis* L.) PROPAGADOS POR ENRAIZAMIENTO DE ESTAQUILLAS EN LA LOCALIDAD DE BELLO HORIZONTE.



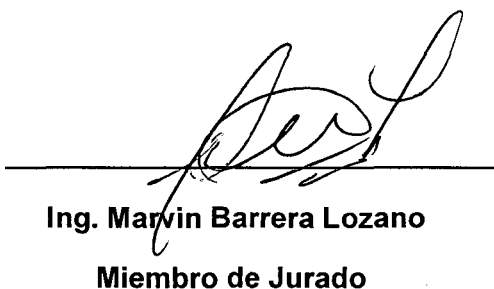
Ing. M.Sc. Luis A. Leveau Guerra

Presidente de Jurado



Ing. María E. Ruiz Sánchez

Secretario de Jurado



Ing. Marvin Barrera Lozano

Miembro de Jurado



Ing. Dario Maldonado Vásquez

Asesor

Tarapoto – Perú

2013

DEDICATORIA

En mención especial a mi familia por la generosidad y confianza.

A mi querida madre Rosaura

Veintemilla Ríos por su

abnegada dedicación en mi

formación como persona y futuro

profesional.

Un agradecimiento muy especial a

mis hermanas María Magdalena,

María del Rosario, Estefany Rosaura

y Rosaura por su invaluable y

desinteresado apoyo hacia mi

persona.

A mis demás familiares y amigos

por sus consejos en mi

formación profesional.

AGRADECIMIENTO

- ✚ Mis sinceros agradecimientos a las siguientes instituciones como Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana, Universidad Nacional de San Martín y personas que colaboraron y apoyaron en la realización del presente trabajo de investigación.
- ✚ A Dios por darme fuerza y sabiduría para enfrentar obstáculos y seguir adelante aún en los momentos más difíciles.
- ✚ A la Facultad de Ciencias Agrarias carrera profesional de Agronomía de la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto por darnos a todos los estudiantes la oportunidad de formarnos como profesionales de vanguardia, al lado de excelentes docentes.
- ✚ Ing. Darío Maldonado Vásquez, docente de la FCA de la UNSM-T, asesor del presente trabajo de investigación.
- ✚ Biólogo Reynaldo Solís Leiva, por su generosidad como co-asesor del presente trabajo de investigación, apoyo en el procesamiento y análisis de datos experimentales y en apoyo en la interpretación de los resultados.

ÍNDICE

Contenido	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	01
2. OBJETIVOS	03
2.1 Objetivo General	03
2.2 Objetivo Específico	03
3. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	04
3.1 Origen y distribución geográfica	04
3.2 Clasificación Botánica	05
3.3 Descripción Botánica	05
3.4 Ecología	06
3.5 Fenología	07
3.6 Propagación asexual o vegetativa	09
3.7 Propagación vegetativa a través de estacas	09
3.8 Propagación del "Sacha Inchi"	10
4. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1 Materiales	12
4.2 Metodología	12
4.2.1 Ubicación del experimento	12
4.2.2 Ubicación geográfica	12
4.2.3 Ubicación política	12
4.3 Diseño Experimental	13

4.4	Tratamiento en estudio	13
4.5	Descripción de las cinco accesiones en estudio	14
4.5.1	Accesión Mishquiyacu	14
4.5.2	Accesión Pinto Recodo	15
4.5.3	Accesión Shica	15
4.5.4	Accesión Chazuta	16
4.5.5	Accesión Sauce	17
4.6	Análisis estadístico	18
4.7	Ejecución del experimento	19
4.7.1	Enraizamiento de estaquillas	19
4.7.2	Aclimatación de estaquillas enraizadas	20
4.7.3	Instalación en campo definitivo	21
4.8	Variables a evaluar	23
4.8.1	Determinación de la fenología de las accesiones de “sacha inchi”	23
4.8.2	Determinación del rendimiento de las accesiones de “sacha inchi”	24
5.	RESULTADOS	27
5.1	Determinación de la fenología de las accesiones de “sacha inchi”	27
5.2	Número de cápsulas cosechadas	29
5.3	Peso de cápsulas cosechadas	30
5.4	Diámetro de cápsula	31
5.5	Número de semillas por cápsula	32
5.6	Peso de semilla	33
5.7	Peso de cáscara	34
5.8	Diámetro de semilla	35

5.9	Peso de 100 semillas	36
5.10	Rendimiento por planta	37
5.11	Rendimiento por hectárea	38
6.	DISCUSIÓN	39
6.1	Desarrollo fenológico	39
6.2	Número de cápsulas cosechadas	41
6.3	Peso de cápsulas cosechadas	42
6.4	Diámetro de cápsula	43
6.5	Número de semillas por cápsula	44
6.6	Peso de semilla	45
6.7	Peso de cáscara	46
6.8	Diámetro de semilla	46
6.9	Peso de 100 semillas	47
6.10	Rendimiento por planta	48
6.11	Rendimiento por hectárea	49
7.	CONCLUSIONES	51
8.	RECOMENDACIONES	52
9.	BIBLIOGRAFÍA	53
10.	RESUMEN	
11.	SUMMARY	
12.	ANEXOS	

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 01: Tratamientos y aleatorización	13
Cuadro 02: Anva del experimento	18
Cuadro 03: Evaluación del ciclo productivo de 5 accesiones de sachá inchi propagados mediante enraizamiento de estaquillas	27
Cuadro 04: Análisis de varianza para el número de cápsulas cosechadas	29
Cuadro 05: Análisis de varianza para el peso de cápsulas cosechadas	30
Cuadro 06: Análisis de varianza para el diámetro de cápsulas	31
Cuadro 07: Análisis de varianza para el número de semillas por cápsulas	32
Cuadro 08: Análisis de varianza para el peso de semillas	33
Cuadro 09: Análisis de varianza para el peso de cáscara	34
Cuadro 10: Análisis de varianza para el diámetro de semilla	35
Cuadro 11: Análisis de varianza para el peso de 100 semillas	36
Cuadro 12: Análisis de varianza para el rendimiento por planta	37
Cuadro 13: Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea	38

ÍNDICE DE GRAFICOS

	Pág.
Grafico 01: Ciclo productivo de 5 accesiones de "sacha inchi" propagados mediante enraizamiento de estaquillas	28
Grafico 03: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al número de cápsulas cosechadas	29
Grafico 04: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al peso de cápsulas cosechadas	30
Grafico 05: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al diámetro de cápsulas cosechadas	31
Grafico 06: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al número de semillas por cápsulas	32
Grafico 07: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al peso de semilla	33
Grafico 08: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al peso de cáscara cosechadas	34
Grafico 09: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al diámetro de semillas	35
Grafico 10: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al peso de 100 semillas	36
Grafico 11: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al rendimiento por planta	37
Grafico 12: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al rendimiento por hectárea	38

INDICE DE FOTO

Pág.

Foto 01: Planta de “sacha inchi” de la accesión Shica propagado por enraizamiento de estaquillas en cámara de sub-irrigación en la estación experimental Pucayacu- Bello horizonte

27

I. INTRODUCCION

El “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.) es un nuevo cultivo oleaginoso incorporado en la actividad agrícola del hombre amazónico. Tiene un alto potencial de rendimiento económico para reemplazar a los cultivos ilícitos y viene ganando importancia en el mercado nacional e internacional debido a sus bondades alimenticias y medicinales (Manco, 2008).

En el 2006, Manco reportó que de acuerdo a los análisis realizados por Hazen y Stoewesand (1980) en la Universidad de Cornell, las almendras de “sacha inchi” contienen 48,6 % de aceite y 29 % de proteínas, además se señala que el aceite de “sacha inchi” contiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados (oleico, linoléico y linolénico) por lo que se considera un aceite de bajo contenido de colesterol, convirtiéndolo en un producto de alta calidad para la alimentación humana y con diversas aplicaciones en salud, cosmética y medicina. Además es importante resaltar que el establecimiento de plantaciones comerciales de “sacha inchi” genera un impacto ambiental positivo ya que pueden instalarse en áreas intervenidas y degradadas y que su cultivo asociado con leguminosas contribuye a revitalizar los suelos degradados.

Desde el año de 2006 el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) viene realizando estudios de investigación en el mejoramiento genético y desarrollo de tecnologías de propagación vegetativa del “sacha inchi”. Se ha logrado identificar materiales genéticos promisorios por sus altos contenidos de aceite y buen

rendimiento pero éstos son altamente susceptibles al complejo nemátodo-hongo que ocasiona elevada mortandad de plantas en el segundo año de producción. Así mismo se ha reportado daños considerables ocasionados por *Fusarium* sp en estado de plántula.

Actualmente la propagación de “sacha inchi” es básicamente por semillas. Según Cachique (2006), al ser el sacha inchi una especie alógama su descendencia es heterogénea y no reúne las mismas características genéticas que los progenitores ocasionando la pérdida de materiales genéticos promisorios.

Aún no se ha obtenido el comportamiento en campo de los plantones de “sacha inchi” obtenidos mediante el enraizamiento de estaquillas, siendo necesario un estudio en el que se pueda determinar la fenología, precocidad y rendimiento. Para realizar éste estudio se ha seleccionado cinco accesiones del banco de germoplasma del IIAP – San Martín en base a su rendimiento, contenido de ácidos grasos y tolerancia al complejo nemátodo-hongo. Estas accesiones son: Mishquiyacu, Pinto Recodo, Shica, Chazuta y Sauce.

El presente estudio tuvo como finalidad evaluar el comportamiento fenológico, precocidad y rendimiento de 5 accesiones de “sacha inchi” propagados mediante el enraizamiento de estaquillas en cámaras de sub irrigación en las condiciones agroecológicas de la zona de Bello Horizonte, Distrito Banda de Shilcayo, Provincia y Región San Martín.

II. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

- ✚ Evaluar el comportamiento fenológico y de rendimiento de cinco accesiones de “sacha inchi” (*Plukenetia volubilis* L.) propagados a través de estaquillas enraizadas en vivero de las condiciones agroecológicas de la localidad de Bello Horizonte – Distrito Banda de Shilcayo, Región San Martín.

3.2 Objetivo Específico

- ✚ Determinar los diferentes estadios fenológicos de las accesiones de “sacha inchi” en estudio; desde la instalación de plantones hasta el inicio de cosecha.
- ✚ Identificar la accesión de mayor rendimiento, en relación al periodo vegetativo y reproductivo.

III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. Origen y distribución geográfica

El “Sacha inchi” pertenece a la familia Euphorbiaceae, género *Plukenetia*, el cual comprende 16 especies conocidas. De estas 11 están presentes en el Neotrópico, 4 en África y Madagascar y 1 en Asia (Gillespie, 1994).

Se describe una nueva especie llamada *Plukenetia huayllabambana*, endémica de la Provincia Rodríguez de Mendoza, Región Amazonas (Bussman *et al.*, 2009).

En el Perú se encuentra en estado silvestre en diversos lugares de San Martín, Ucayali, Huánuco, Cuzco, Amazonas, Loreto y Madre de Dios (Manco, 2006).

Fue cultivado también en la Costa Peruana en la época prehispánica y se han encontrado semillas y representaciones en cerámicas (Brack, 1999).

En la región San Martín se encuentra en toda la cuenca del Huallaga, en la Provincia de Lamas, en el valle del Sisa, en Alto Mayo y Bajo Mayo, crece desde los 100 hasta los 2000 m.s.n.m. (Manco, 2006).

2. Clasificación Botánica

Según <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2012/details/species/id/9718970/source/tree>, indica que la clasificación botánica de la planta es la siguiente:

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Euphorbiaceae

Género: *Plukenetia*

Especie: *volubilis*

Nombre científico: *Plukenetia volubilis* L.

Nombre común: Sacha Inchi

3. Descripción botánica

3.1 Planta: Trepadora, voluble, semileñosa, de crecimiento indeterminado (Manco, 2004).

3.2 Hojas: Son alternas, de color verde oscuro, oval-elípticas, aseruladas el ápice es puntiagudo, y la base es plana o semiarriñonada (Manco, 2004).

3.3 Flores: Masculinas, son pequeñas, blanquecinas dispuestas en racimo; femeninas se encuentran en la base del racimo y ubicadas lateralmente de una a dos flores (Manco, 2004).

“Sacha inchi” es una especie alógama y por lo tanto la descendencia es heterogénea y no reúne las mismas características genéticas que los progenitores (Cachique, 2006).

3.4 Frutos: Es una cápsula dehiscente de 3.5 a 4.5 cm de diámetro, con 04 lóbulos aristados (tetralobados) dentro de las cuales se encuentran 4 semillas, algunos ecotipos presentan cápsulas con 5 a 7 lóbulos (Manco, 2004).

3.5 Semilla: En la mayoría de los ecotipos es ovalada, de color marrón oscuro, ligeramente abultadas en el centro y aplastadas hacia el borde. Según los ecotipos, el diámetro fluctúa entre 1.3 y 2.1 cm (Manco, 2004).

4. Ecología

4.1 Temperatura: La temperatura adecuada para el cultivo de “sacha inchi” está en el rango de 12 a 36 °C. Las temperaturas muy altas son desfavorables para este cultivo ya que ocasionan la caída de flores y de frutos recién formados (Manco, 2008).

4.2 Altitud: El “sacha inchi” crece desde los 30 m.s.n.m en la selva baja hasta los 2110 m.s.n.m en la selva alta (Manco, 2008).

4.3 Luz: El cultivo de “sacha inchi” necesita mayor número de días para completar su desarrollo vegetativo cuando las intensidades de luz son bajas; si la sombra

es muy intensa la producción de frutos disminuye considerablemente (Manco, 2008).

4.4 Agua: El cultivo de “sacha inchi” requiere de agua para tener un crecimiento y producción sostenida, siendo necesario realizar riegos dirigidos en los meses calurosos ya que periodos relativamente prolongados de sequías causan un crecimiento lento del cultivo (Manco, 2008).

4.5 Suelo: La textura del suelo es un factor importante para la producción de este cultivo. Los mejores suelos son los de textura media (ligeramente sueltos) ya que posibilitan el mejor desarrollo y productividad del cultivo (Manco, 2008).

4.6 Drenaje: Necesita terrenos con buen drenaje, que elimine el exceso de agua tanto a nivel superficial como profundo (Manco, 2006).

5. Fenología

5.1 Concepto: La fenología es el estudio de las reacciones de los organismos vivos, frente a los cambios estacionales y climáticos en su medio ambiente. Los cambios estacionales incluyen variaciones en la duración de los días y la luz del sol, precipitaciones, temperatura y otros factores determinantes de la vida y su desarrollo.

Los estudios fenológicos son influenciados por diversos factores como: latitud y altitud de la zona de estudio, época en que se realizan las observaciones, tipo de suelo, genotipo empleado, entre otros (Herman y López, 2004).

5.2 Crecimiento vegetativo: Si existe una suficiente humedad, la germinación se inicia aproximadamente a las dos semanas de realizada la siembra. Una semana después, aparece la segunda hoja verdadera y el tallo guía (Arévalo, 1995).

5.3 Floración: La floración, se inicia aproximadamente a los 3 meses de la siembra, luego de haber realizado el trasplante, apareciendo primero los primordios florales masculinos e inmediatamente los femeninos, en un periodo de 7 a 19 días (Arévalo, 1995). El inicio de la floración está entre los 86 y 139 días después del trasplante (Manco, 2003).

5.4 Fructificación: Inmediatamente después de la floración se inicia la formación de los frutos completando su desarrollo a los 4 meses después de la floración. (Arévalo, 1995). La fructificación ocurre entre los 119 y 182 días después del trasplante (Manco, 2003).

5.5 Cosecha y rendimiento: La cosecha en siembra directa se realiza entre los 6,0 y 7,5 meses después de la siembra y en siembra indirecta después de los 8,2 a 9,8 meses después del almácigo, cuando los frutos están secos, recogándose las cápsulas manualmente cada 15 - 30 días.

El Porvenir indican que en el sistema de tutoraje en espalderas en el 1er. año de producción se logran obtener rendimientos promedios de 2 200 a 2 500 Kg.ha⁻¹; en el 2do. año los rendimientos bajan por los problemas del nemátodo y *Fusarium sp.*, de 700 a 1 700 Kg.ha⁻¹ y en el 3er. año es mucho menor (Manco, 2008).

6. Propagación Asexual o Vegetativa

La propagación vegetativa, se define como la multiplicación de una planta a partir de una célula, un tejido, un órgano (raíces tallos, ramas, hojas) (Rojas *et al.*, 2004). Esto es posible, debido a que las células vegetales conservan la capacidad de regenerar la estructura entera de la planta; esta capacidad se debe a factores como la totipotencia, es decir, que cada célula vegetal viviente contiene en su núcleo, la información genética necesaria para reconstituir todas las partes de la planta y sus funciones, a través de reproducción somática basada exclusivamente en mitosis; y la dediferenciación o capacidad de las células maduras de volver a una condición meristemática y desarrollar un punto de crecimiento nuevo (Hartmann y Kester, 1995; Rojas *et al.*, 2004; Vieira de Souza, 2007).

7. Propagación vegetativa a través de estacas

La estaca es una porción separada de la planta, provista de yemas caulinares y hojas, e inducida a formar raíces y brotes a través de manipulaciones químicas, mecánicas y/o ambientales (Baldini, 1992); la estaca una vez enraizada se llama

barbado (Baldini, 1992; Barbat, 2006). Asimismo, Cuculiza (1956) indica que en una acepción más amplia, se denominan estacas: a raíces, hojas, fracciones de hojas utilizadas como tales; con la finalidad de obtener nuevas plantas.

8. Propagación del “Sacha Inchi”

Actualmente la propagación de “sacha inchi” es básicamente por semillas. El “sacha inchi” es una especie alógama su descendencia es heterogénea y no reúne las mismas características genéticas que los progenitores ocasionando la pérdida de materiales genéticos promisorios (Cachique, 2006).

Se puede realizar la propagación asexual o por estacas en “sacha inchi”, según ensayo preliminar realizado en la Estación Experimental El Porvenir. En dicho ensayo se utilizaron diferentes tipos de estacas: estaca apical, media y basal, con un testigo de semilla botánica. La estaca basal resultó ser el mejor material de propagación, pues tuvo un mejor prendimiento, aunque no se llegó a realizar el trasplante (Arévalo, 1996).

No existen diferencias significativas en cuanto al porcentaje de enraizamiento entre tipos de estaca de “sacha inchi” (basal, intermedia y apical), aunque numéricamente la estaca intermedia presentó el mayor valor (78,70%). Las estacas de la parte intermedia y basal tuvieron un porcentaje de enraizamiento muy similar, ligeramente superior al de las estacas apicales, sin embargo, con la

aplicación de 0,15 a 0,20 % de AIB las estacas basales e intermedias alcanzaron mayor porcentaje de enraizamiento (superiores al 95%) (Ruiz, 2008).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

4.1 Materiales

Los materiales son mencionados en la metodología.

4.2 Metodología

La metodología empleada en el presente trabajo de investigación se adecua en función a los diferentes trabajos que viene ejecutando el Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana (IIAP) en el cultivo de "Sacha Inchi".

4.2.1 Ubicación del experimento

El trabajo de investigación se desarrolló en el Centro Experimental Pucayacu del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP), ubicado en el Centro Poblado Bello Horizonte, a 7 Km. de la ciudad de Tarapoto, durante los meses de agosto del 2012 a setiembre del 2013.

4.2.2 Ubicación geográfica

Longitud Oeste	: 06° 31'
Latitud Sur	: 76° 17'
Altitud	: 320 m.s.n.m.m

4.2.3 Ubicación política

Centro Poblado	: Bello Horizonte
Distrito	: Banda de Shilcayo
Provincia	: San Martín
Región	: San Martín

4.3 Diseño Experimental

Se empleó el Diseño de Bloques Completo al Azar (D.B.C.A) con 6 tratamientos y cada tratamiento con 3 repeticiones (Bloques). En cada repetición se evaluó 8 plantas, siendo un total de 24 plantas por tratamiento.

4.4 Tratamientos en estudio

El material en estudio fueron 05 accesiones de “sacha inchi” propagados a través de estaquillas enraizadas y como testigo tuvimos a una accesión propagada por semilla, con la finalidad de evaluar el comportamiento fenológico y rendimiento. Los tratamientos en estudio son: Accesión Mishquiyacu, Pinto Recodo, Sauce, Chazuta, Shica y como testigo utilizamos a la accesión Shica (propagado por semilla) por presentar intermedia susceptibilidad a *Meloidogyne incognita* y un rendimiento de más 1500 (Kg.ha⁻¹.año⁻¹).

Cuadro 01: Tratamientos y aleatorización

Tratamientos	Accesiones	Bloques		
		I	II	III
T0	Testigo	11	21	31
T1	Mishquiyacu	12	22	32
T2	Pinto recodo	13	23	33
T3	Shica	14	24	34
T4	Chazuta	15	25	35
T5	Sauce	16	26	36

4.5 Descripción de las cinco accesiones en estudio

4.5.1 Acceso Mishquiyacu

a. Procedencia:

Material silvestre colectado en el departamento de San Martín, provincia de Lamas y Distrito de Pinto Recodo el 06/02/2007.

b. Características destacadas de la accesión:

Hábito de crecimiento: Trepador.

Diámetro de cápsula: 4,50 cm

Diámetro de semilla: 1,91 cm.

% de cáscara: 43,56.

% de semilla: 56,44.

Peso de 100 semillas: 104,85 g.

Nº de Cosechas/Año: 24

Susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*: Alta

Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante

Rendimiento al 1º año ($\text{Kg.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$): 2,025.26

% de Aceite tipo omegas:

% de Omega 3: 41.12

% de Omega 6: 39.55

% de Omega 9: 10.85

4.5.2 Accesoión Pinto Recodo

a. Procedencia:

Material genético transferido del Banco Nacional de Germoplasma del INIA.
E.E.A “El Porvenir” – Tarapoto el 2007.

b. Características destacadas de la accesoión:

Hábito de crecimiento: Trepador.

Diámetro de cápsula: 4,43 cm.

Diámetro de semilla: 1,78 cm.

% de cáscara: 46,62.

% de semilla: 53,38.

Peso de 100 semillas: 97,61 g.

Nº de Cosechas/Año: 24.

Susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*: Baja a intermedia

Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante

Rendimiento al 1º año (Kg.ha⁻¹.año⁻¹): 1006.46

% de Aceite: PENDIENTE

4.5.3 Accesoión Shica

a. Procedencia:

Material silvestre colectado en el Departamento de San Martín, Provincia de
San Martín, Distrito de Tabalosos el 04/01/2007.

b. Características destacadas de la accesión:

Hábito de crecimiento: Trepador.

Diámetro de cápsula: 4,38 cm.

Diámetro de semilla: 1,79 cm.

% de cáscara: 47,70.

% de semilla: 52,30.

Peso de 100 semillas: 93,16 g.

Nº de Cosechas/Año: 24

Susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*: Intermedia

Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante

Rendimiento al 1º año ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$): 1,590.87

% de aceites tipo omegas:

% de Omega 3: 42.13

% de Omega 6: 39.28

% de Omega 9: 10.27

4.5.4 Accesión Chazuta

a. Procedencia:

Material genético transferido del Banco Nacional de Germoplasma del INIA.

E.E.A “El Porvenir” EL 2007.

b. Características destacadas de la accesión:

Hábito de crecimiento: Trepador.

Diámetro de cápsula: 4,43 cm.

Diámetro de semilla: 1,78 cm.

% de cáscara: 47,53.

% de semilla: 52,47.

Peso de 100 semillas: 99,67 g.

Nº de Cosechas/Año: 24

Susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*: Baja a intermedia

Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante

Rendimiento al 1º año ($\text{Kg.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$): 1,061.94

% de Aceite: PENDIENTE

4.5.5 Accesión Sauce

a. Procedencia:

Material silvestre colectado en el Departamento de San Martín, Provincia de San Martín, Distrito de Sauce el 06/03/2007.

b. Características destacadas de la accesión:

Hábito de crecimiento: Trepador.

Diámetro de cápsula: 4,41 cm.

Diámetro de semilla: 1,77 cm.

% de cáscara: 44,63.

% de semilla: 55,37.

Peso de 100 semillas: 98,41 g.

Nº de Cosechas/Año: 24

Susceptibilidad a *Meloidogyne incognita*: Medianamente Tolerante

Susceptibilidad al stress hídrico: Medianamente tolerante

Rendimiento al 1º año ($\text{Kg.ha}^{-1}.\text{año}^{-1}$): 1,383.00

% de Aceite tipo omegas: PENDIENTE

4.6 Análisis Estadístico

Los datos están procesados mediante el análisis de varianza y sometidos a la prueba de TUKEY (nivel de significancia de $p < 0,05$) para determinar la naturaleza de las diferencias entre tratamientos.

Cuadro 02: Anva del experimento

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Bloques	$(r-1) = 2$
Tratamiento	$(t-1) = 5$
Error Experimental	$(r-1)(t-1) = 10$
TOTAL	$(tr-1) 17$

Dónde:

r = Bloques o repeticiones

t = Tratamientos

4.7 Ejecución del experimento

4.7.1 Enraizamiento de estaquillas

- a. Se cosecharon los brotes del campo, se tuvo listo el área de propagación y las herramientas: bandejas, enraizadores, desinfectantes, etc.
- b. De los brotes cosechados se prepararon estacas, para ello se eliminó el entrenudo terminal por ser demasiado suave propenso a marchitamiento, se procesaron en condiciones asépticas y adecuadas evitando así la contaminación y deshidratación del material.
- c. Las estacas se prepararon haciendo un corte oblicuo justo arriba de un nudo utilizando tijera podadora filosa, de esta manera que cada estaca tuvo una hoja o una yema, las estacas midieron 8 cm de longitud y 3-4 mm de diámetro.
- d. Las hojas se cortaron por la mitad para reducir la transpiración y al mismo tiempo permitir la fotosíntesis durante el periodo de propagación.
- e. Luego se aplicó la hormona AIB (ácido indol-3-butírico), con una solución de AIB 0,2% en la base de las estacas, la aplicación de la hormona se hizo mediante el método de la micro jeringa que consiste en aplicar 10 µl por estaca.

- f. Luego se insertó la estaca con la hormona en los hoyos a una profundidad de 2 cm y a un distanciamiento de 8 x 8 cm en la cámara de sub-irrigación.
- g. El etiquetado se colocó una vez sembrado las estacas indicando su fecha y material genético.
- h. Las estacas fueron establecidas en el propagador, se asperjo bien las hojas de las estacas con agua mediante el uso de un aspersor manual. Asimismo se realizó inspecciones inter diarias para detectar y corregir problemas patológicos, se eliminó hojas caídas o estacas con sistemas de necrosis que fueron foco de infección, se observó y mantuvo el nivel de la tabla de agua.

4.7.2 Aclimatación de estaquillas enraizadas

El trasplante a bolsas almacigueras se realizó 15 días después de haber iniciado el enraizamiento. El sustrato que se empleó en las bolsas almacigueras contuvo 50 % tierra agrícola, 25 % arena y 25 % humus de lombriz.

El manejo de sombras de los plantones durante la aclimatación presentó 3 fases:

Fase 1: Periodo de “refugio”: cobertura total de los plantones con malla Raschel por 20 días.

Fase 2: Periodo de sombreamiento parcial: Cobertura de los plantones levantando un 50 % de la malla Raschel por 5 días después de la fase 1.

Fase 3: Periodo de apertura: plantones sin sombra después de 5 días de concluida la fase 2.

La frecuencia de riego estuvo continua durante todo el proceso y se realizó con un atomizador. El trasplante a campo definitivo se realizó 30 días después de haberse realizado el trasplante a las bolsas almacigueras, cuando la planta tuvo al menos 3 pares de hojas completas.

4.7.3 Instalación en campo definitivo

a. Acondicionamiento de la parcela

El sistema de tutoraje en espalderas que se empleó en el desarrollo del estudio ya se encontró instalada. Se sembraron 10 plantones por repetición en cada uno de los tratamientos, de los cuales se realizó la evaluación de las 8 plantas centrales sin considerarse las 2 plantas que se encuentran a cada lado de los bordes. En total se evaluó 24 plantas por tratamiento y 144 plantas en el estudio. El distanciamiento que se empleó es de 3.0 x 3.0 metros.

b. Poceado

Las dimensiones del hoyo en el que se colocó los plantones son de 40 cm x 40 cm x 40 cm.

c. Aplicación de Materia Orgánica

El suelo se enriqueció adicionándole 4 Kg. de humus de lombriz por plantón.

d. Trasplante

Se realizó después de los 30 días que transcurrió en el vivero, momento de la aparición de las primeras hojas verdaderas, índices que nos sirvió para llevarlos a campo definitivo.

e. Recalce

Se realizó luego del trasplante después de evaluar el porcentaje de prendimiento.

f. Fertilización

Se aplicó 30 g de Urea, 45 g de Súper Fosfato Tripe y 30 g de Cloruro de Potasio por planta.

g. Deshierbo

El deshierbo fue manual y se llevó a cabo cada dos meses aproximadamente.

h. Riego

Se realizó en forma manual, los cuales fueron oportunos y de acuerdo a las necesidades del cultivo para evitar daños fisiológicos por estrés hídrico.

i. Poda

Se realizó un poda de formación a la planta en forma de "Y", guiados por dos sogas en ambos lados.

j. Control fitosanitario

Se realizó considerando el grado de incidencia de plagas o enfermedades de conformidad con su identificación.

k. Cosecha

La cosecha se realizó en forma manual para los frutos que presentaron la coloración marrón oscuro.

4.8 Variables a evaluar

4.8.1 Determinación de la fenología de las accesiones de “sacha inchi”.

Para poder determinar el periodo fenológico de las 5 accesiones de “sacha inchi” propagados a través de estaquillas enraizadas se registraron las siguientes variables:

a. Inicio de floración

El inicio de floración se consideró cuando se observó que un 10% de plantas evaluadas por parcela neta, muestren los primordios florales.

b. Máxima floración

La máxima floración se consideró cuando el 75% de plantas evaluadas por parcela neta presenten los primordios florales estaminadas y pistiladas.

c. Inicio de fructificación

El inicio de fructificación se consideró cuando se observe que un 10% de plantas evaluadas por parcela neta inician la formación de frutos.

d. Inicio de desarrollo de frutos

Se consideró cuando el 10% de plantas evaluadas por parcela neta lograron el máximo desarrollo del fruto.

e. Maduración

Se consideró cuando el 75% de plantas evaluadas de cada parcela neta presenten frutos que empiecen a tornarse de color verde a un color negruzco, que finalmente se convertirá en marrón oscuro o negro cenizo.

f. Inicio de cosecha

Se consideró cuando el 75% de plantas evaluadas lleguen a la madurez de cosecha, es decir cuando los frutos toman el color marrón oscuro o negro cenizo.

4.8.2 Determinación del rendimiento de las accesiones de “sacha inchi”.

Para poder determinar el rendimiento de las 5 accesiones de “sacha inchi” propagados a través de estaquillas enraizadas se evaluó las siguientes variables:

a. Número de cápsulas cosechadas

Se realizó el conteo de cápsulas cada 15 días durante 10 meses en la parcela neta (8 plantas) de cada tratamiento en su respectivo bloque debidamente identificado.

b. Peso de cápsulas cosechadas

Esta característica se obtuvo pesando las cápsulas cosechadas de las plantas en la parcela neta (8 plantas) de cada tratamiento, en su respectivo bloque debidamente identificado.

c. Diámetro de cápsulas

Se determinó en el momento de la cosecha, las mediciones se efectuaron en la parte más ancha de la cápsula, tomándose 4 cápsulas por planta de la parcela neta (8 plantas) de cada tratamiento en su respectivo bloque. Se utilizó el vernier para la medición.

d. Número de semillas por cápsula

Se determinó contando el número de semillas de 4 cápsulas por planta de la parcela neta (8 plantas) de cada tratamiento en su respectivo bloque.

e. Peso de semillas

Se determinó pesando las semillas de las cápsulas cosechadas de las plantas cada 15 días durante 10 meses en la parcela neta (8 plantas) de cada tratamiento, en su respectivo bloque.

f. Peso de cáscara

Se determinó pesando la cáscara de las cápsulas cosechadas de las plantas cada 15 días durante 10 meses en la parcela neta (8 plantas) de cada tratamiento, en su respectivo bloque.

g. Diámetro de semillas

Se determinó en el momento de la cosecha, las mediciones se efectuaron en la parte más ancha de la semilla, tomándose 16 semillas de la parcela neta (8 plantas) de cada tratamiento en su respectivo bloque. Se utilizó el vernier para su medición.

h. Peso de 100 semillas

Luego de tomar el peso de semillas de las cápsulas cosechadas de las plantas cada 15 días durante 10 meses en la parcela neta se tomaron al azar 04 muestras de 100 semillas y se determinó su peso.

i. Rendimiento por planta

El rendimiento por planta se consideró el peso de los rendimientos individuales (8 plantas) de las cápsulas cosechadas de las plantas cada 15 días durante 10 meses por parcela neta.

j. Rendimiento por hectárea (Kg.ha^{-1})

El rendimiento por hectárea se calculó multiplicando por un factor (número de plantas por hectárea) que es 1111 plantas respectivamente.

V. RESULTADOS

5.1 Determinación de la fenología de las accesiones de “sacha inchi”.

Cuadro 03: Evaluación del ciclo productivo de 5 accesiones de sacha inchi propagados mediante enraizamiento de estaquillas.

Accesión	Inicio de floración ddt	Máxima floración ddt	Inicio de fructificación ddt	Desarrollo de frutos ddt	Maduración ddt	Inicio de cosecha ddt
Testigo	74	126	131	191	204	230
Mishquiyacu	56	93	89	120	134	154
Pinto Recodo	52	89	86	122	138	154
Shica	58	95	93	126	140	156
Chazuta	70	102	95	134	147	166
Sauces	58	93	95	126	141	158

ddt: Días después del transplante.



Foto 01: Planta de “sacha inchi” de la accesión Shica propagado por enraizamiento de estaquillas en cámara de subirrigación en la estación experimental Pucayacu- Bello horizonte.

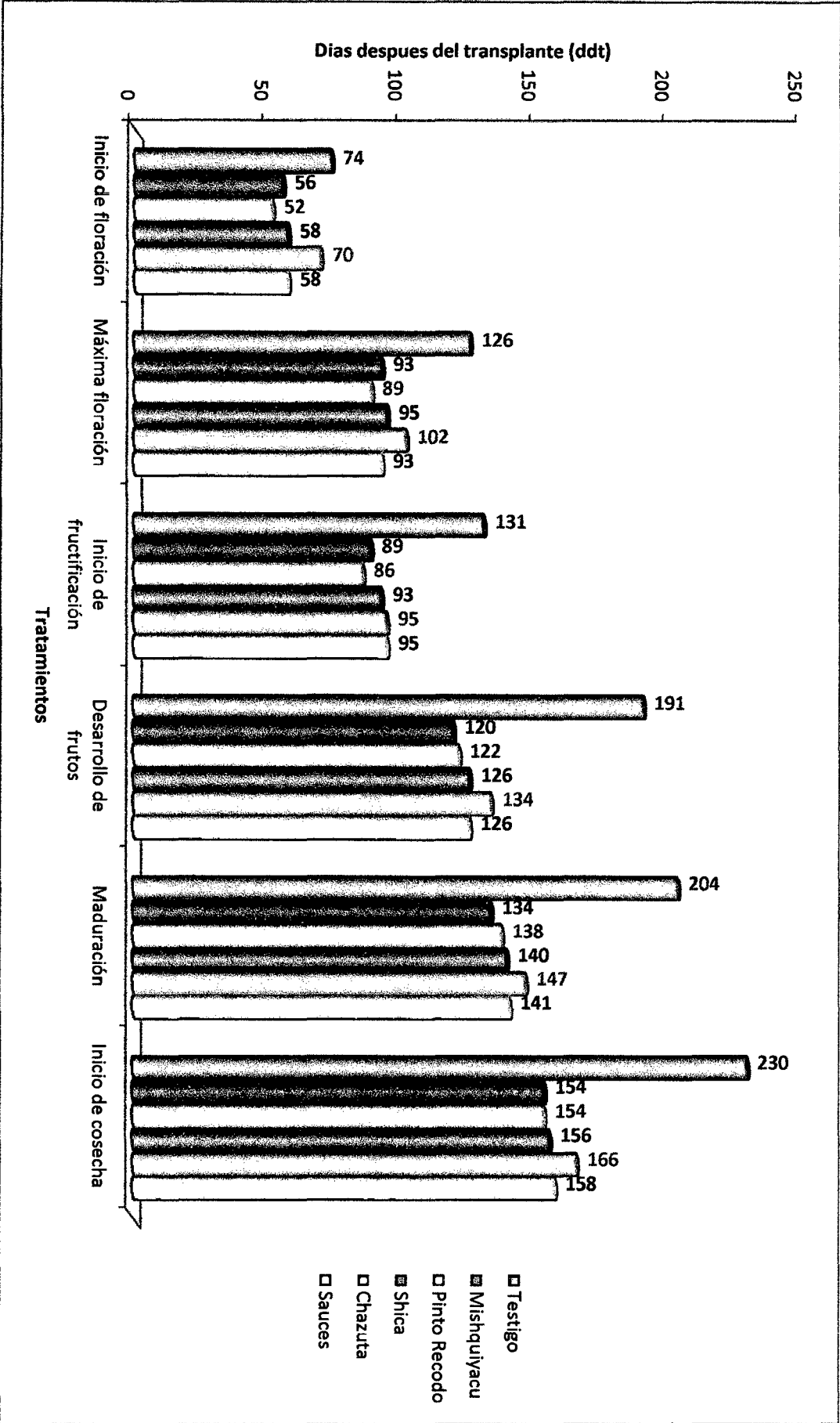


Gráfico 01: Ciclo productivo de 5 accesiones de "sacha inchi" propagados mediante enraizamiento de estaquillas.5.2

5.2 Número de cápsulas cosechadas

Cuadro 04: Análisis de varianza para el número de cápsulas cosechadas.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	72769,25	14553,85	6,46*
Bloques	2	22544,52	11272,26	
Error	10	21079,73	2107,97	
Total	17	116393,5		
C.V.	28,16%			
R ²	8189 %			

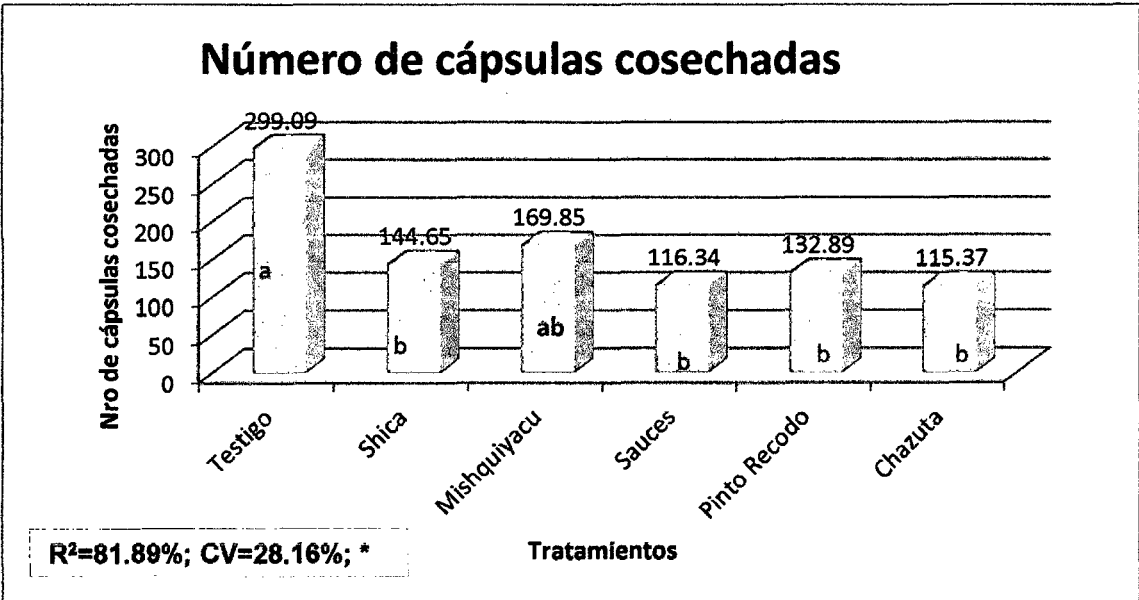


Gráfico 02: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al número de cápsulas cosechadas.

5.3 Peso de cápsulas cosechadas

Cuadro 05: Análisis de varianza para el peso de cápsulas cosechadas.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	2304745,42	460949,08	4,29*
Bloques	2	1251651,77	625825,89	
Error	10	1185183,52	118518,35	
Total	17	4741580,71		
C.V.	30,83 %			
R ²	75 %			

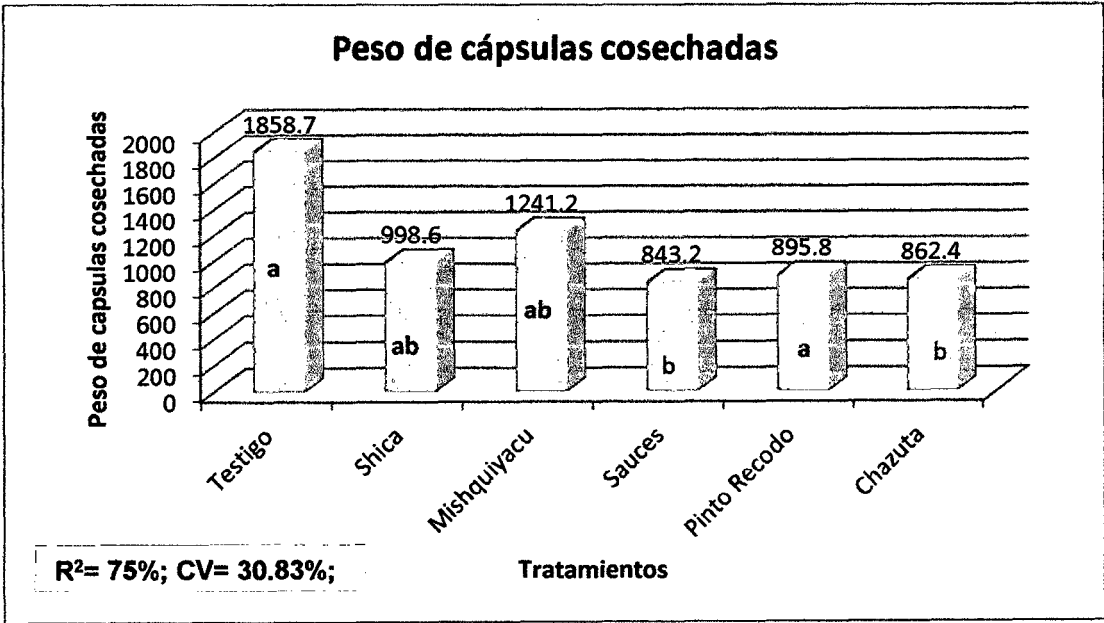


Grafico 03: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al peso de cápsulas cosechadas.

5.4 Diámetro de cápsula

Cuadro 06: Análisis de varianza para el diámetro de cápsulas.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	0,17409444	0,03481889	4,49*
Bloques	2	0,01134444	0,00567222	
Error	10	0,05898889	0,00589889	
Total	17	0,24442778		
C.V.	1,74%			
R ²	7586 %			

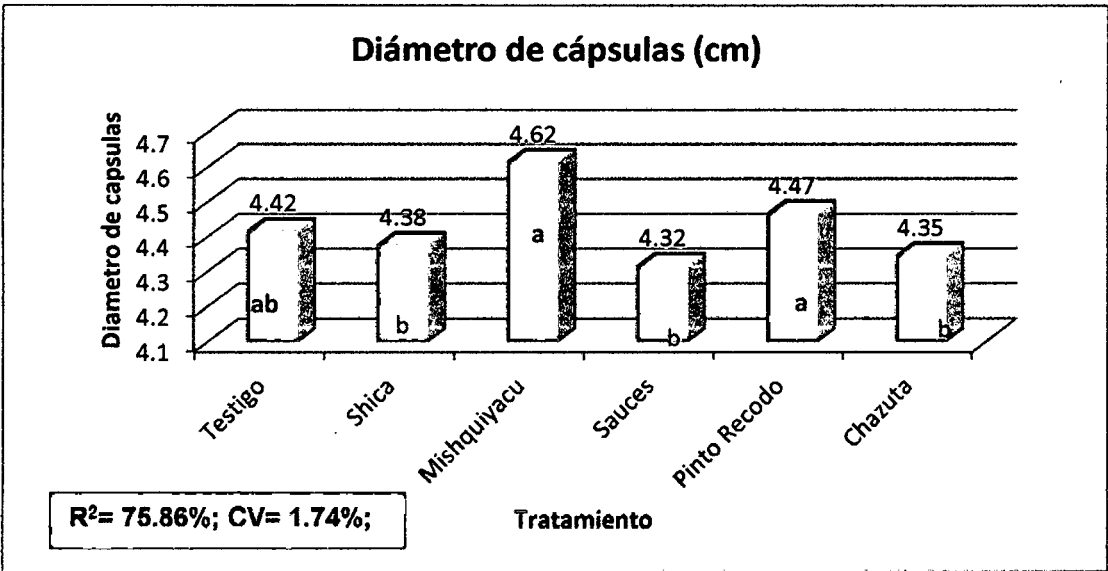


Gráfico 04: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al diámetro de cápsulas cosechadas.

5.5 Número de semillas por cápsula

Cuadro 07: Análisis de varianza para el número de semillas por cápsulas.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	0,01980000	0,00396000	2,05
Bloques	2	0,00013333	0,00006667	
Error	10	0,01386667	0,00138667	
Total	17	0,03380000		
C.V.	0,93%			
R ²	58,97%			

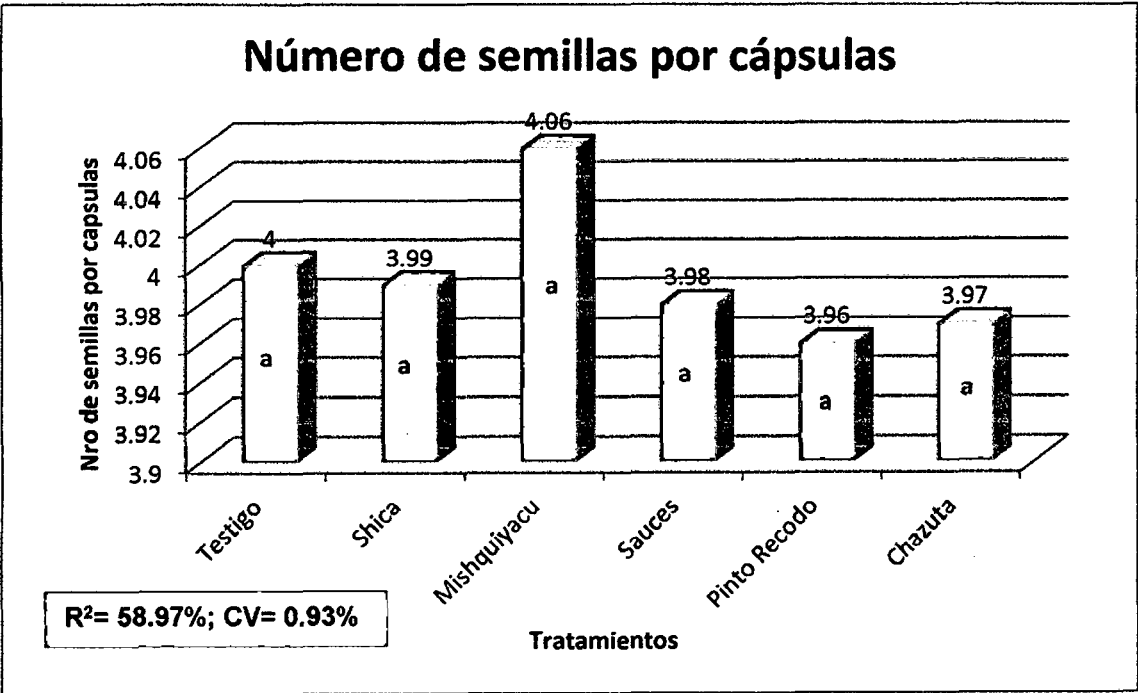


Gráfico 05: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al número de semillas por cápsulas.

5.6 **Peso de semilla**

Cuadro 08: Análisis de varianza para el peso de semillas.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	661958,95	132391,79	4,72*
Bloques	2	357681,61	178840,80	
Error	10	308477,72	30847,77	
Total	17	132811828		
C.V.	29,83%			
R ²	76,77%			

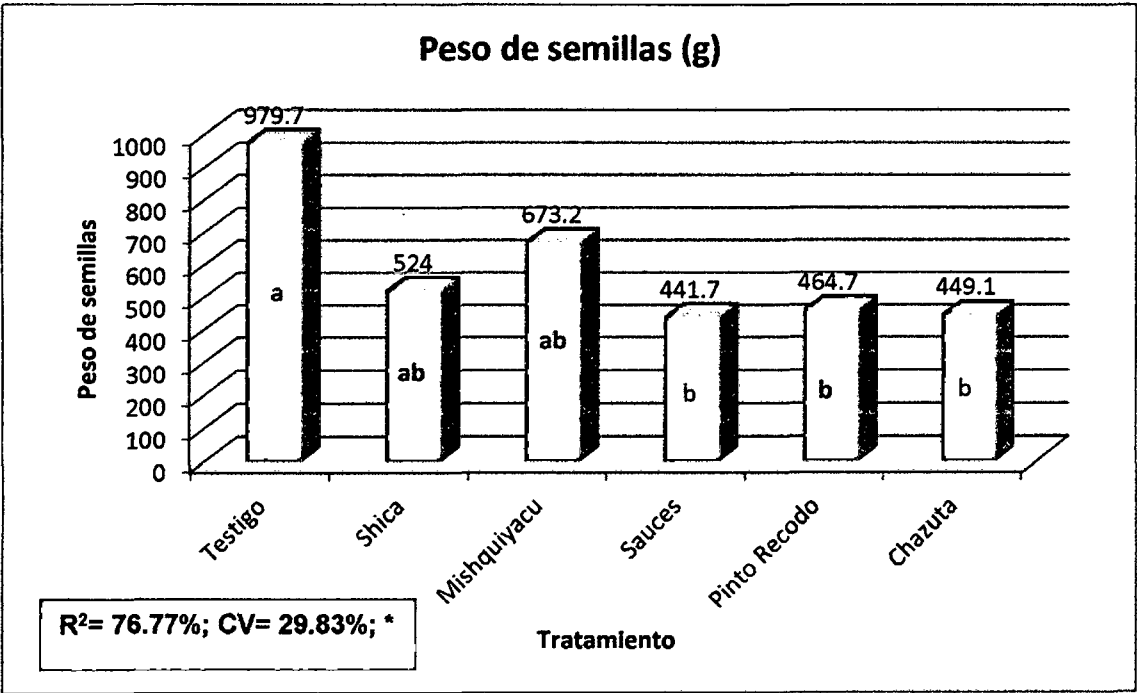


Gráfico 06: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al peso de semilla.

5.7 Peso de cáscara

Cuadro 09: Análisis de varianza para el peso de cáscara.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	521555,7210	104311,1442	4,12*
Bloques	2	295157,5485	147578,7743	
Error	10	282851,176	28285,118	
Total	17	1099564,445		
C.V.	31,27 %			
R ²	74,27 %			

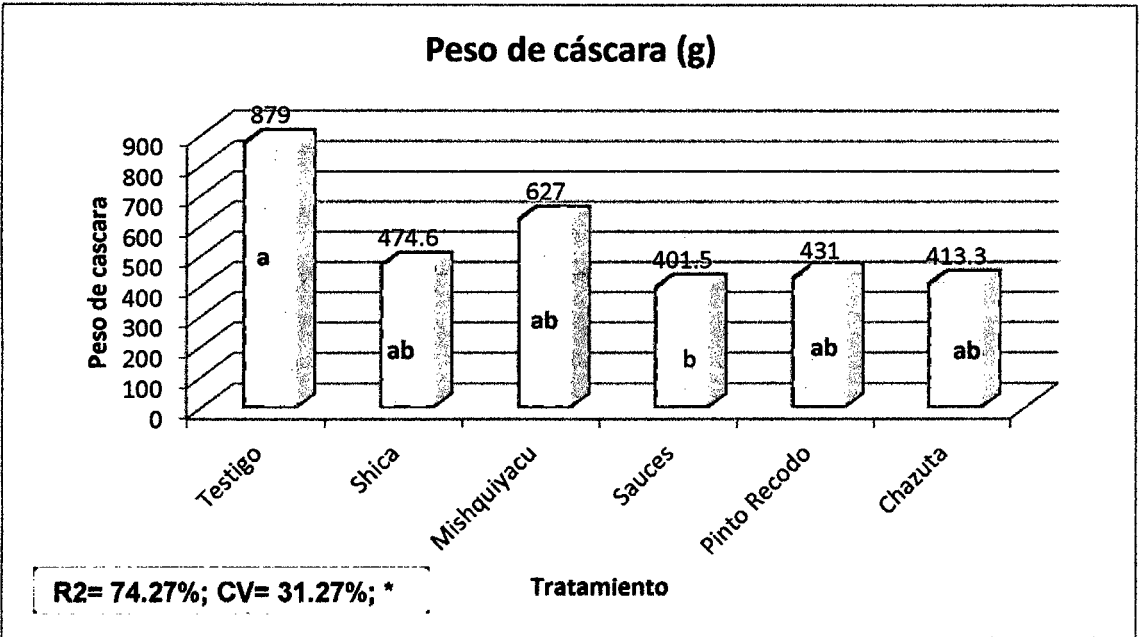


Gráfico 07: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al peso de cáscara cosechadas.

5.8 Diámetro de semilla

Cuadro 10: Análisis de varianza para el diámetro de semilla.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	0,04196111	0,00839222	6,28*
Bloques	2	0,00167778	0,00083889	
Error	10	0,00992222	0,00099222	
Total	17	0,05356111		
C.V.	1,83 %			
R ²	81,47 %			

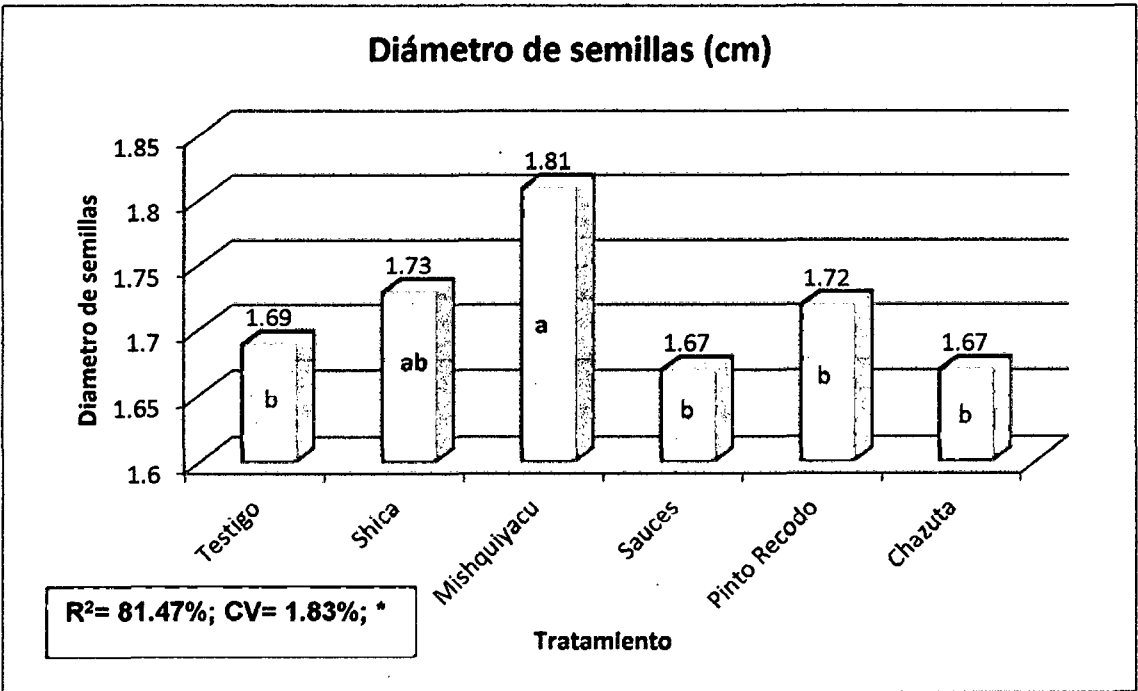


Gráfico 08: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al diámetro de semillas.

5.9 Peso de 100 semillas

Cuadro 11: Análisis de varianza para el peso de 100 semillas.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	291,1803611	58,2360722	12,61*
Bloques	2	1,3869444	0,6934722	
Error	10	33,1561222	3,3156122	
Total	17	325,7234278		
C.V.	2,05 %			
R ²	89,82 %			

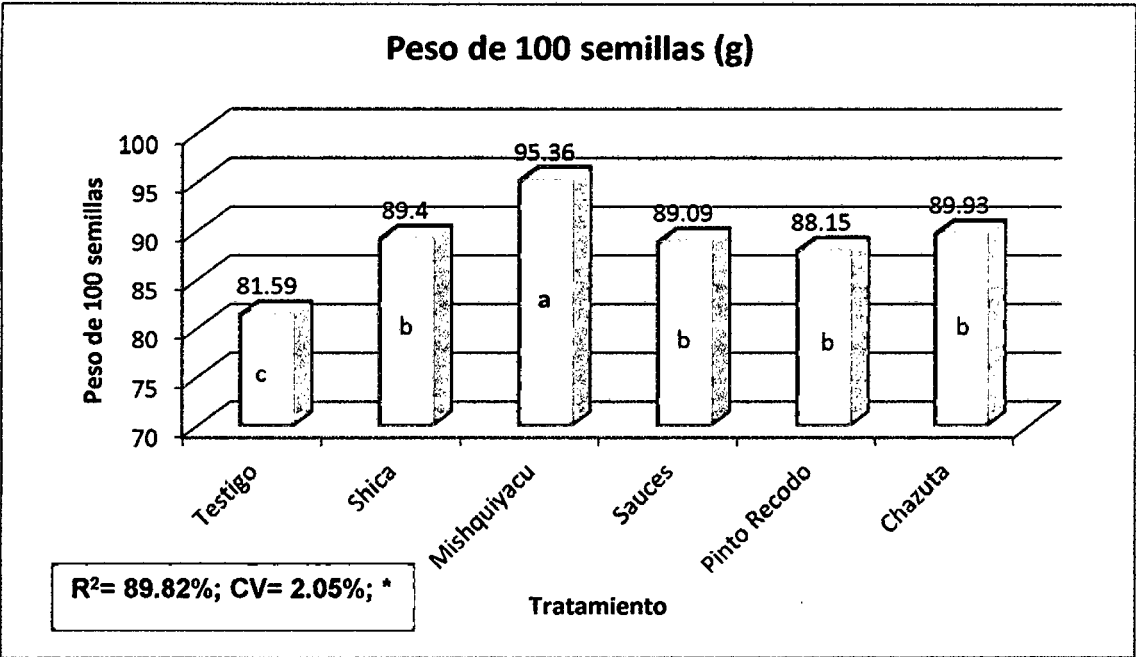


Gráfico 09: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al peso de 100 semillas.

5.10 Rendimiento por planta

Cuadro 12: Análisis de varianza para el rendimiento por planta.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	0,65471228	0,13094246	4,73*
Bloques	2	0,35835078	0,17917539	
Error	10	0,30616056	0,03061606	
Total	17	1,31922361		
C.V.	29,74 %			
R ²	76,79 %			

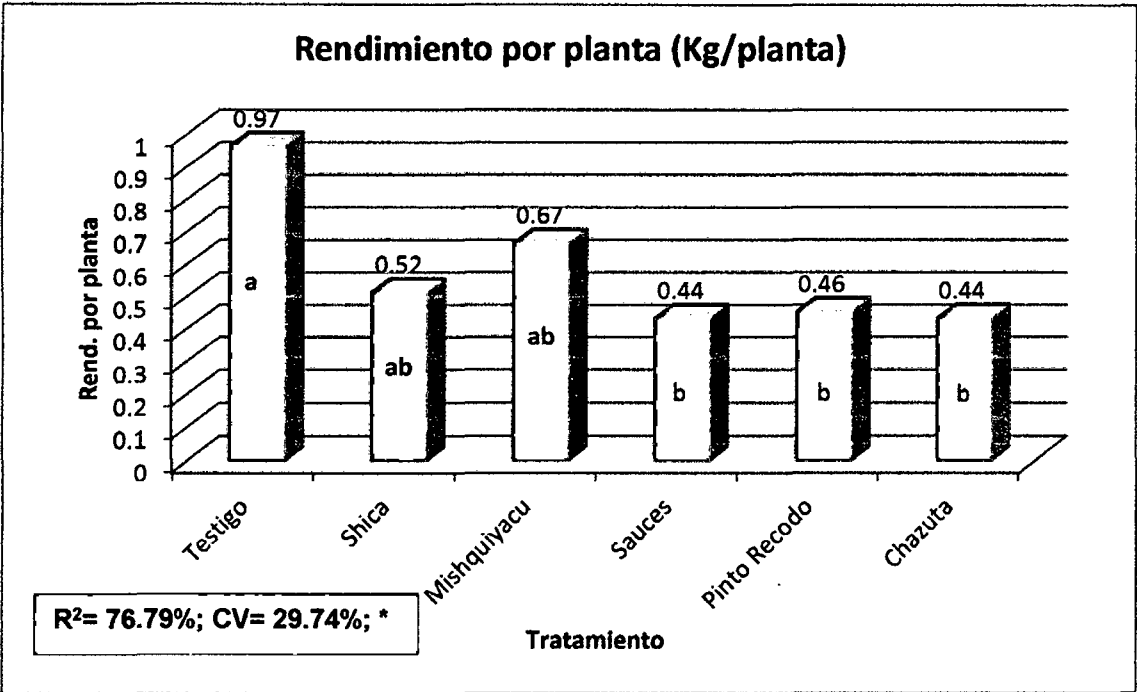


Gráfico 10: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al rendimiento por planta.

5.11 Rendimiento por hectárea (Kg.ha⁻¹)

Cuadro 13: Análisis de varianza para el rendimiento por hectárea.

Fuente de variación	G. L.	S. C.	C. M.	F calc.
Tratamientos	5	817063,2557	163412,6511	4,72*
Bloques	2	441497,2326	220748,6163	
Error	10	380765,150	380765,150	
Total	17	1639325,638		
C.V.	29,83 %			
R ²	76,77 %			

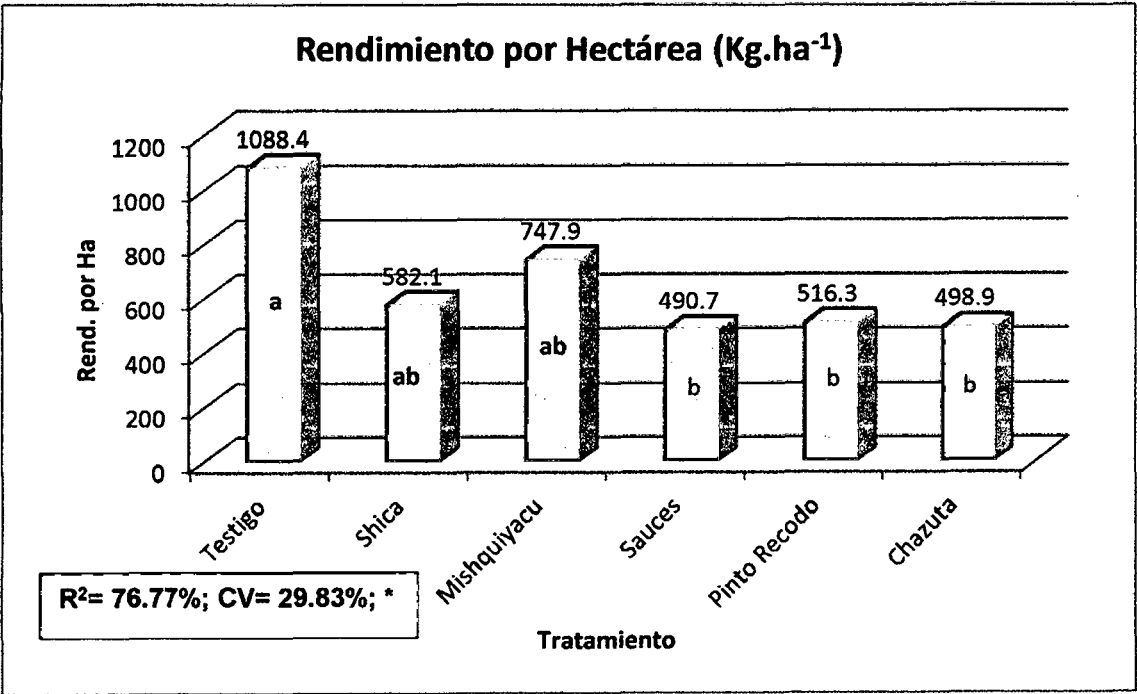


Gráfico 11: Prueba de Tukey ($\alpha = 0.05$) para tratamientos que corresponden al rendimiento por hectárea

VI. DISCUSIÓN

6.1 Desarrollo fenológico

La propagación vegetativa es una herramienta de mejoramiento genético que permite la conservación de germoplasma que determinan caracteres genéticos favorables (resistencia a plagas y/o enfermedades, crecimiento, producción, calidad de frutos, tolerancia a factores abióticos, etc.), características que se pueden perder por el cruzamiento sexual debido a la segregación de genes. Además de propagar especies cuyas semillas presentan problemas de germinación o almacenamiento, obtener plantaciones uniformes con individuos que tienen identidad genética y acortar ciclos reproductivos para acelerar procesos de cruzamiento y prueba.

La propagación vegetativa permitirá la hibridación seguida de selección y propagación de clones superiores en la población segregante (Poehlman y Sleper, 2003), esta metodología tiene gran potencial para ser empleado en la hibridación de líneas auto-fecundadas seleccionadas de sachá inchi que nos permitirá obtener híbridos intra específicos que garanticen la máxima producción y homogeneidad fenotípica.

Las flores de las plantas de sachá inchi propagados por enraizamiento de estaquillas fueron retiradas durante los primeros 45 días para favorecer el crecimiento y desarrollo vegetativo de la planta. Manco (2006) menciona que la floración de sachá inchi ocurre entre los 86 y 139 días después del transplante (ddt). De acuerdo al cuadro 3 las plantas propagadas por

enraizamiento de estaquillas son más precoces en comparación con el tratamiento testigo propagado por semilla. Las accesiones Pinto Recodo, Mishquiyacu, Shica y Sauces iniciaron la floración entre los 52 y 58 días, la accesión Chazuta a los 70 días mientras que el tratamiento testigo a los 74 ddt. La máxima floración se dio entre 89 y 102 ddt en las plantas propagadas por enraizamiento de estaquillas mientras que en el tratamiento testigo propagado por semilla botánica se dio a los 126 ddt.

Las estaquillas empleadas en la propagación vegetativa provienen de las ramas tiernas de la planta, que son tejidos diferenciados, esto permite que estas plantas en condiciones de campo inicien la floración en menor tiempo en comparación con las plantas propagadas por semillas botánicas. El tratamiento testigo inició la floración a los 74 ddt, 8 días menos que el tiempo reportado por Manco (2006). Esta diferencia puede ser a consecuencia del material genético empleado, época de siembra, condiciones edafoclimáticas o aspectos nutricionales.

En el inicio de la fructificación aparecen los primeros frutos cuajados provistos de estilo y estigma y Manco (2006) menciona que se da entre 119 y 182 ddt. En este estudio las plantas propagadas por enraizamiento de estaquillas iniciaron la fructificación entre 89 y 95 ddt y el tratamiento testigo propagado por semillas botánicas a los 131 ddt. El desarrollo de frutos es un estado que se caracteriza por el crecimiento activo resultado de la división y engrosamiento celular, acumulando agua y fotosintatos que originan el aumento de peso y volumen. El máximo desarrollo de frutos se dio entre 120 y 134 ddt en plantas

propagadas por enraizamiento de estaquillas mientras que en el testigo se dio a los 191 ddt, observándose que las plantas propagadas vegetativamente son más precoces que las plantas propagados por semillas botánicas.

La maduración se caracteriza por los cambios de color, producto de la pérdida de clorofila, cambios de textura, consistencia y aparición de la capa de abscisión. La accesión Mishquiyacu fue el más precoz e inicia la maduración de frutos a los 134 ddt, mientras que el más tardío fue la accesión Chazuta que inició la maduración a los 147 ddt. El tratamiento testigo propagado por semillas botánicas inició la maduración de frutos en mayor tiempo en comparación con los tratamientos propagados vegetativamente y esto ocurrió a los 204 ddt.

Manco (2006) reporta que la cosecha de sachá inchi se inicia entre los 202 y 249 ddt. Las accesiones Mishquiyacu y Pinto Recodo fueron las más precoces e iniciaron la cosecha a los 154 ddt. La más tardía de las accesiones fue Chazuta que inició la cosecha a los 166 ddt. El tratamiento testigo, mismo que fue propagado por semilla botánica inició la cosecha a los 230 ddt.

Estos resultados nos permiten concluir que las plantas propagadas por enraizamiento de estaquillas son más precoces que las plantas propagadas por semilla botánica e inician la cosecha 64 días antes.

6.2 Número de cápsulas cosechadas

Es una variable importante que permite determinar indirectamente el rendimiento de la parcela y está influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y balance adecuado de nutrientes. En el Análisis de Varianza y

la prueba de TUKEY (Cuadro 4 y gráfico 2), se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, es decir que al menos un tratamiento difiere de otro. El coeficiente de variabilidad es igual a 26,16 %, valor aceptable para los trabajos realizados en campo (Calzada, 1982). El coeficiente de determinación fue igual a 81,89 %, indicando que la variación en las respuestas de los distintos tratamientos se debió al contenido genético de las accesiones. La metodología de propagación mediante el enraizamiento de estaquillas en cámaras de sub irrigación también influyó en los resultados del estudio. Las condiciones edafoclimáticas y nutricionales fueron las mismas para todas las accesiones.

El tratamiento Testigo obtuvo el mayor número de cápsulas cosechadas con respecto a los demás tratamientos y es estadísticamente superior frente al resto de tratamientos, es seguido por la accesión Mishquiyacu y finalmente las accesiones Shica, Pinto Recodo, Sauces y Chazuta son estadísticamente similares e inferiores. Estos últimos cinco tratamientos han sido propagados por enraizamiento de estacas juveniles en cámaras de sub irrigación.

6.3 Peso de cápsulas cosechadas

El peso de cápsulas cosechadas es una variable que está influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y provisión adecuada de nutrientes. En el Análisis de Varianza y la prueba de TUKEY (Cuadro 5 y gráfico 3), se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, es decir que al menos un tratamiento difiere de otro. El coeficiente de variabilidad es igual a 30,83 %, valor aceptable para los trabajos realizados en campo (Calzada, 1982).

El coeficiente de determinación fue igual a 75 %, indicando que la variación en las respuestas de los distintos tratamientos se debió al efecto de las distintas accesiones empleadas, dado que las condiciones edafoclimáticas y nutricionales fueron las mismas para todos los tratamientos.

El tratamiento Testigo obtuvo el mayor peso de cápsulas cosechadas con respecto a los demás tratamientos y es estadísticamente superior. Es seguido por los tratamientos Mishquiyacu, Shica y Pinto Recodo que son estadísticamente iguales y superiores frente a las accesiones Chazuta y Sauces que presentan los menores valores.

6.4 Diámetro de cápsulas (cm)

El diámetro de cápsulas cosechadas es una variable que está influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y provisión adecuada de nutrientes. En el Análisis de Varianza y la prueba de TUKEY (Cuadro 6 y gráfico 4), se observan diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos, es decir que al menos un tratamiento difiere de otro. El coeficiente de variabilidad es igual a 1,74 %, valor aceptable para los trabajos realizados en campo (Calzada, 1982). El coeficiente de determinación fue igual a 75,86 %, indicando que la variación en las respuestas de los distintos tratamientos se debió al efecto del contenido genético de las distintas accesiones propagadas por enraizamiento de estaquillas.

El tratamiento Mishquiyacu es estadísticamente superior frente al resto de tratamientos y presenta el mayor diámetro de capsulas cosechadas. Es seguido

por el tratamiento testigo y Pinto Recodo. Los tratamientos Shica, Chazuta y Sauces son estadísticamente inferiores, siendo Sauces el que presentó menor valor numérico.

La accesión Mishquiyacu propagado por semilla botánica presenta un diámetro de cápsula igual a 4,5 cm, Pinto Recodo y Chazuta presentan 4,43 cm, Sauces presenta 4,41 cm y Shica 4,38 cm de diámetro de cápsula (Cachique *et al.*, 2008). En el estudio la accesión Mishquiyacu también presenta el mayor diámetro de cápsulas (4,62 cm) valor equivalente al obtenido en la propagación a través de semillas botánicas (Gráfica 4). Las demás accesiones también presentan valores de diámetro de cápsula muy similares a los obtenidos por propagación mediante semilla botánica. El tratamiento testigo, que es la accesión Shica propagado por semilla botánica, es estadísticamente similar a la misma accesión pero propagado por enraizamiento de estaquillas, indicando que este carácter no se ve afectado cuando se realiza la propagación vegetativa de “sacha inchi”.

6.5 Número de semillas por cápsulas

Si bien la mayoría de flores femeninas de sacha inchi presentan 4 lóbulos que llevaría a la formación de 4 semillas por cápsula, algunas plantas presentan hasta 7 lóbulos. En algunos casos en las flores femeninas que presentan 4 lóbulos no todos los óvulos son polinizados y se forman menos de 4 semillas por cápsula. Esto es influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y provisión adecuada de nutrientes.

En el Análisis de Varianza y la prueba de TUKEY (Cuadro 7 y gráfico 5), se observan que no hay diferencias estadísticas entre los tratamientos, es decir que todos los tratamientos son semejantes. El coeficiente de variabilidad es igual a 0,93 % y el coeficiente de determinación es igual a 58,97 %. Los valores oscilan entre 3,96 y 4,06 semillas por cápsula en los distintos tratamientos, datos que concuerdan con Manco (2006) quien reporta que los frutos de “sacha inchi” presentan 4 semillas.

6.6 Peso de semillas

El peso de semillas determina directamente el rendimiento del cultivo y es una variable que está influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y provisión adecuada de nutrientes. En el Análisis de Varianza y la prueba de TUKEY (Cuadro 7 y gráfico 6), se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, es decir que al menos un tratamiento difiere de otro. El coeficiente de variabilidad es igual a 29,83 %, valor aceptable para los trabajos realizados en campo (Calzada, 1982). El coeficiente de determinación fue igual a 76,77 %, indicando que la variación en las respuestas fue por efecto de la carga genética de las distintas accesiones de “sacha inchi”.

El tratamiento Testigo obtuvo el mayor peso de semillas cosechadas con respecto a los demás tratamientos y es estadísticamente superior. Es seguido por las accesiones Mishquiyacu y Shica. Los tratamientos estadísticamente inferiores son Sauce, Chazuta y Pinto Recodo y Sauces fue el que obtuvo menor peso de semillas cosechadas en comparación con los demás tratamientos (Gráfico 6).

Es importante mencionar que la propagación vegetativa nos permitirá conservar el germoplasma y acortar ciclos de producción en trabajos de hibridación en el mejoramiento genético de *sacha inchi*, siendo una herramienta valiosa en este proceso.

6.7 Peso de cáscara

El peso de cascara es una variable que está influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y provisión adecuada de nutrientes. En el Análisis de Varianza y la prueba de TUKEY (Cuadro 9 y gráfico 7), se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, es decir que al menos un tratamiento difiere de otro. El coeficiente de variabilidad es igual a 31,27 %, valor aceptable para los trabajos realizados en campo (Calzada, 1982). El coeficiente de determinación fue igual a 74,27 %, indicando que la variación se debió a factores genéticos de las distintas accesiones.

El tratamiento Testigo obtuvo el mayor peso de cascara con respecto a los demás tratamientos y es estadísticamente superior. Es seguido por los tratamientos Mishquiyacu, Shica Pinto Recodo y Chazuta. El tratamiento estadísticamente inferior es Sauces (Gráfico 7).

6.8 Diámetro de semilla

El diámetro de semilla es una variable que está influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y provisión adecuada de nutrientes. En el Análisis de Varianza y la prueba de TUKEY (Cuadro 10 y gráfico 8), se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, es decir que al menos

un tratamiento difiere de otro. El coeficiente de variabilidad es igual a 1,83 %, valor aceptable para los trabajos realizados en campo (Calzada, 1982). El coeficiente de determinación fue igual a 81,47 %, indicando que la variación en las respuestas de los distintos tratamientos se debió a efectos genéticos de las distintas accesiones.

El tratamiento Mishquiyacu es estadísticamente superior frente al resto de tratamientos en estudio. Es seguido por la accesión Shica. Los tratamientos Testigo, Pinto Recodo, Sauces y Chazuta son estadísticamente inferiores (Gráfico 8).

Cachique *et al.*, (2008) reporta que la accesión Mishquiyacu presenta 1,91 cm de diámetro de semillas, la accesión Shica presenta 1,79 cm, las accesiones Pinto Recodo y Chazuta presentan 1,78 cm y la accesión Sauces presenta 1,77 cm. En este estudio la accesión Mishquiyacu presenta 1,81 cm, la accesión Shica presenta 1,73 cm, la accesión Pinto Recodo presenta 1,72 cm y las accesiones Sauces y Chazuta presenta 1,67 cm (Gráfico 9). Los valores son similares a los obtenidos mediante propagación por semilla botánica, indicando que este carácter no es influenciado por los métodos de propagación empleados en “sacha inchi”.

6.9 Peso de 100 semillas

El peso de 100 semillas es una variable que nos permitirá determinar el número aproximado de semillas por kilogramo de producto. En el Análisis de Varianza y la prueba de TUKEY (Cuadro 11 y gráfico 9) se observan diferencias estadísticas

entre los tratamientos, es decir que al menos un tratamiento difiere de otro. El coeficiente de variabilidad es igual a 2,05 %, valor aceptable para los trabajos realizados en campo (Calzada, 1982). El coeficiente de determinación fue igual a 89,82 %, indicando que la variación en las respuestas de los distintos tratamientos se debió al genotipo de las accesiones en estudio.

El tratamiento Mishquiyacu es estadísticamente superior y obtuvo el mayor peso de 100 semillas en comparación con los demás tratamientos (95,367 g), seguido de los tratamientos Shica, Pinto Recodo, Sauce y Chazuta que son estadísticamente iguales en el estudio. El tratamiento Testigo fue el que obtuvo menor peso de 100 semillas con respecto a los demás tratamientos (81,597 g).

Cachique *et al.*, (2008) reporta que la accesión Mishquiyacu presenta 104,85 g, la accesión Pinto Recodo presenta 97.61 g, Chazuta presenta 99,67 g, Sauces presenta 98,41 g y Shica 93,16 g por 100 semillas.

Noriega (2009) al realizar trabajos de hibridación intra específica obtuvo 109.33 gramos al cruzar los ecotipos Tununtunumba (Progenitor masculino) x Shica (Progenitor femenino) y el menor valor (52,47 gramos) lo obtuvo al cruzar los ecotipos Habana (Progenitor masculino) x Zungarococha (Progenitor femenino), resultado que fue atribuido al genotipo de los progenitores.

6.10 Rendimiento por planta

En el Análisis de Varianza y la prueba de TUKEY (Cuadro 12 y gráfico 10), se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, es decir que al menos

un tratamiento difiere de otro. El coeficiente de variabilidad es igual a 29,74 %, valor aceptable para los trabajos realizados en campo (Calzada, 1982). El coeficiente de determinación fue igual a 76,79 %, indicando que la variación en las respuestas de los distintos tratamientos se debió al genotipo de las distintas accesiones en estudio.

El tratamiento Testigo es estadísticamente superior frente al resto de tratamientos en estudio. Es seguido por las accesiones Shica y Mishquiyacu. Finalmente las accesiones Pinto Recodo, Sauces y Chazuta presentaron los menores rendimientos por planta y son estadísticamente inferiores.

6.11 Rendimiento por hectárea

El rendimiento por hectárea es una variable que está influenciado por factores genéticos, condiciones edafoclimáticas y nutricionales. En el Análisis de Varianza y la prueba de TUKEY (Cuadro 13 y gráfico 11), se observan diferencias estadísticas entre los tratamientos, es decir que al menos un tratamiento difiere de otro. El coeficiente de variabilidad es igual a 29,83 %, valor aceptable para los trabajos realizados en campo (Calzada, 1982). El coeficiente de determinación fue igual a 76,77 %, indicando que la variación en las respuestas se debió al genotipo de las accesiones en estudio.

El tratamiento Testigo obtuvo el mayor rendimiento por hectárea y es estadísticamente superior en comparación con los demás tratamientos. Es seguido por las accesiones Mishquiyacu y Shica. Los tratamientos Pinto Recodo,

Chazuta y Sauces son estadísticamente inferiores y Sauces fue el que presentó el menor rendimiento por hectárea.

Cachique *et al.*, (2008) reporta que la accesión Mishquiyacu presenta 2025,26 Kg.ha⁻¹, la accesión Shica presenta 1590,87 Kg.ha⁻¹, la accesión Sauces presenta 1383 Kg por hectárea, Chazuta presenta 1061.94 Kg.ha⁻¹ mientras que Pinto Recodo presenta 1006.46 Kg.ha⁻¹.

Esto nos permite deducir que en este estudio las plantas propagadas vegetativamente presentan menor rendimiento en comparación con las plantas propagadas por semilla botánica, siendo recomendable continuar con los estudios de adaptación en campo de plantones propagados vegetativamente.

Entre las ventajas de la propagación vegetativa es que acorta los ciclos reproductivos y produce frutos y semillas viables en condiciones de campo, convirtiéndose en una valiosa herramienta para el mejoramiento genético de ésta especie.

VII. CONCLUSIONES

7.1. La propagación vegetativa de “sacha inchi” permite acelerar el ciclo reproductivo de sacha inchi. La accesión que inició primero la floración fue Pinto Recodo y la última en iniciar la floración fue Chazuta. La accesión que primero alcanzó la máxima floración fue Pinto Recodo y el último fue Chazuta. La accesión Pinto Recodo inició primero La fructificación y las accesiones Chazuta y Sauce fueron los últimos. La accesión Mishquiyacu logró el desarrollo y maduración de frutos en primer lugar y el último fue Chazuta. Las accesiones Mishquiyacu y Pinto Recodo iniciaron primero la cosecha y la accesión Chazuta fue la más tardía.

7.2. La accesión Mishquiyacu, propagada por enraizamiento de estaquillas, presentó frutos y semillas de mayor peso y tamaño en comparación con el resto de tratamientos, siendo también el de mayor rendimiento ($747,9 \text{ Kg.ha}^{-1}$) en comparación con las otras accesiones propagadas vegetativamente. Mientras el tratamiento testigo, propagado por semilla botánica permitió obtener $1088.4 \text{ Kg.ha}^{-1}$.

VIII. RECOMENDACIONES

- 8.1** Emplear la propagación por enraizamiento de estaquillas como herramienta en el mejoramiento genético de sachá inchi acortando ciclos productivos para realizar trabajos de cruzamiento y prueba.
- 8.2** Emplear la propagación vegetativa por enraizamiento de estaquillas en la conservación de germoplasma de sachá inchi, garantizando que se está conservando el 100 % de la carga genética.
- 8.3** Optimizar el manejo de las plantas propagados vegetativamente y utilizar a la accesión Mishquiyacu en el establecimiento de plantaciones comerciales.

IX. BIBLIOGRAFIA

1. Arévalo, G. (1995). "Informes de Resultados de Investigación". Programa Nacional de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología E.E. "El Porvenir" de Investigación en Recursos Genéticos y Biotecnología E.E. "El Porvenir"
2. Arévalo, G. (1996). El Cultivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la Amazonía. Instituto de Investigación Agraria, Proyecto Suelos Tropicales. Lima, Perú. 68 p.
3. Baldini, E. (1992). Arboricultura general. Edit. Mundi Prensa. España.
4. Barbat, T. (2006). La multiplicación de las plantas. Viveros (): 33-43.
5. Brack, A. (1999). Diccionario enciclopédico de plantas útiles del Perú. Lima, Perú. 550 pp.
6. Bussman, R. W., Tellez, C. and Glenn, A., (2009). *Plukenetia huayllabambana* sp. Nov. (Euphorbiaceae) From the upper Amazon of Perú. Subject Editor: Torbjorn Tyler. Accepted 17 February 2009.
7. Calzada, B. (1982). Métodos Estadísticos para la Investigación. Editorial Milagros S.A. Lima-Perú. 644 pp.
8. Cachique, D. (2006). Estudio de la biología floral y reproductiva en el cultivo de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.). Tesis Ing. Agrónomo. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. 70 pp.
9. Cachique, D.; Vásquez, G.; Merino, C. y Sotero, V. (2008). Avances en identificación de genotipos de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) con características deseables y sobresalientes. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, San Martín. Tarapoto – Perú. 33 p.

10. Cuculiza, P. (1956). Propagación de plantas; P. L. Villanueva s.a; Lima, Perú. 289 p.
11. Gillespie, L. (1994). Pollen morphology and phylogenie of the tribe Plukenetiae (Euphorbiaceae). Annals of the Missouri Botanical Garden. 81: 317 – 348 p.
12. Hartmann, H; Kester, D. 1995. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 4ª ed. Continental. México. 760 p.
13. Herman, M. y López, G. (2004). El cultivo del olluco en la sierra central del Perú – Cajamarca. 67 p.
14. Manco, A. (2006). Cultivo de Sacha Inchi. Estación Experimental Agraria “El Porvenir”, INIEA. Tarapoto. 11 p.
15. Manco, E. (2003). “Informes de resultados de investigación, Programa Nacional de Investigación en recursos Genéticos y Biotecnología” EE. El Porvenir INIA – Tarapoto.
16. Manco, E. (2008). Sacha Inchi, Cultivo Promisorio para la Amazonía Peruana. INIA – E.E.A. “El Porvenir”, San Martin, Perú. 2-3 p.
17. Manco, E. (2004). Sacha Inchi, Planta prometedora de la Amazonía Peruana. EL PORVENIR AGRARIO, INIEA – Tarapoto.1 (1):11.
18. Noriega H. (2009). Estudio de compatibilidad de cinco ecotipos promisorios de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en la Región San Martín – Perú. Tesis 53 pp.

19. Poehlman, J. Sleper D. (2003). Mejoramiento genético de las cosechas. Editorial Limusa S. A de C. V Grupo Noriega Editores 511 pp.
20. Rojas, S; García, J; Alarcón M. (2004). Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas. Ed. Produmedios. Colombia. 56 p.
21. Ruiz, H. (2008). Efecto de cuatro dosis de ácido indolbutírico y tres tipos de estacas en el enraizamiento de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en San Martín". Tesis Ing. Agrónomo. Tingo María – Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. P. 110 (Sin publicar).
22. Vieira De Souza, J.C. (2007). Propagación vegetativa de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem) por miniestaquia. Tesis Magister en Producción Vegetal. Universidad del estado del Norte de Fluminense. 54 p. En: <http://www.rapve.org>

LINKOGRAFIA

↓ <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2012/details/species/id/9718970/source/tree>

RESUMEN

El presente trabajo de investigación busca estudiar el ciclo productivo de 5 accesiones de sachá inchi propagados mediante el enraizamiento de estaquillas en cámaras de sub irrigación, contribuyendo con los trabajos de investigación en propagación vegetativa y mejoramiento genético que se realizan en este cultivo. El diseño estadístico empleado fue un DBCA con 3 bloques y 10 plantas por cada accesión en cada bloque. El distanciamiento entre plantas fue de 3 x 3 metros. La propagación vegetativa permite acelerar el ciclo reproductivo de sachá inchi, considerando que las accesiones Mishquiyacu y Pinto Recodo propagados vegetativamente iniciaron la cosecha a los 154 días después del transplante mientras que el testigo propagado por semillas botánicas inició su cosecha a los 230 días después del transplante. El tratamiento Mishquiyacu presentó frutos y semillas más grandes y un mayor rendimiento por planta y por hectárea en comparación con el resto de accesiones propagadas por enraizamiento de estaquillas. Todas las accesiones presentaron en promedio 4 semillas por cápsula, sin diferencias significativas entre ellas. La propagación vegetativa permitirá la hibridación intra específica seguida de selección y propagación de clones superiores de sachá inchi en la población segregante.

Palabras clave: Estaquillas, cámaras de sub irrigación, ciclo productivo, cosecha.

SUMMARY

The aim of the present research is to study the production cycle of 5 accessions of sachá inchi propagated by rooting cuttings, contributing with the researches on vegetative propagation and genetic breeding in this crop. The statistical design used was a RCBD with 3 blocks and 10 plants per accession in each block. The distance between plants was 3 x 3 meters. Vegetative propagation accelerates the reproductive cycle of sachá inchi, whereas vegetatively propagated accessions (Mishquiyacu y Pinto Recodo) started the harvest 154 days after transplantation while the witness, botanical propagated by seed started the harvest at 230 days after transplantation. The treatment Mishquiyacu presented larger fruits and seeds and greater yield per plant and per hectare compared to the rest of accessions propagated by rooting of cuttings. All accessions had an average of 4 seeds per capsule, with no significant differences between them. Vegetative propagation allow intraspecific hybridization followed by selection and propagation of superior clones of sachá inchi in the segregating population.

Keywords: cuttings, sub irrigated chamber, reproductive cycle, harvest.

ANEXOS

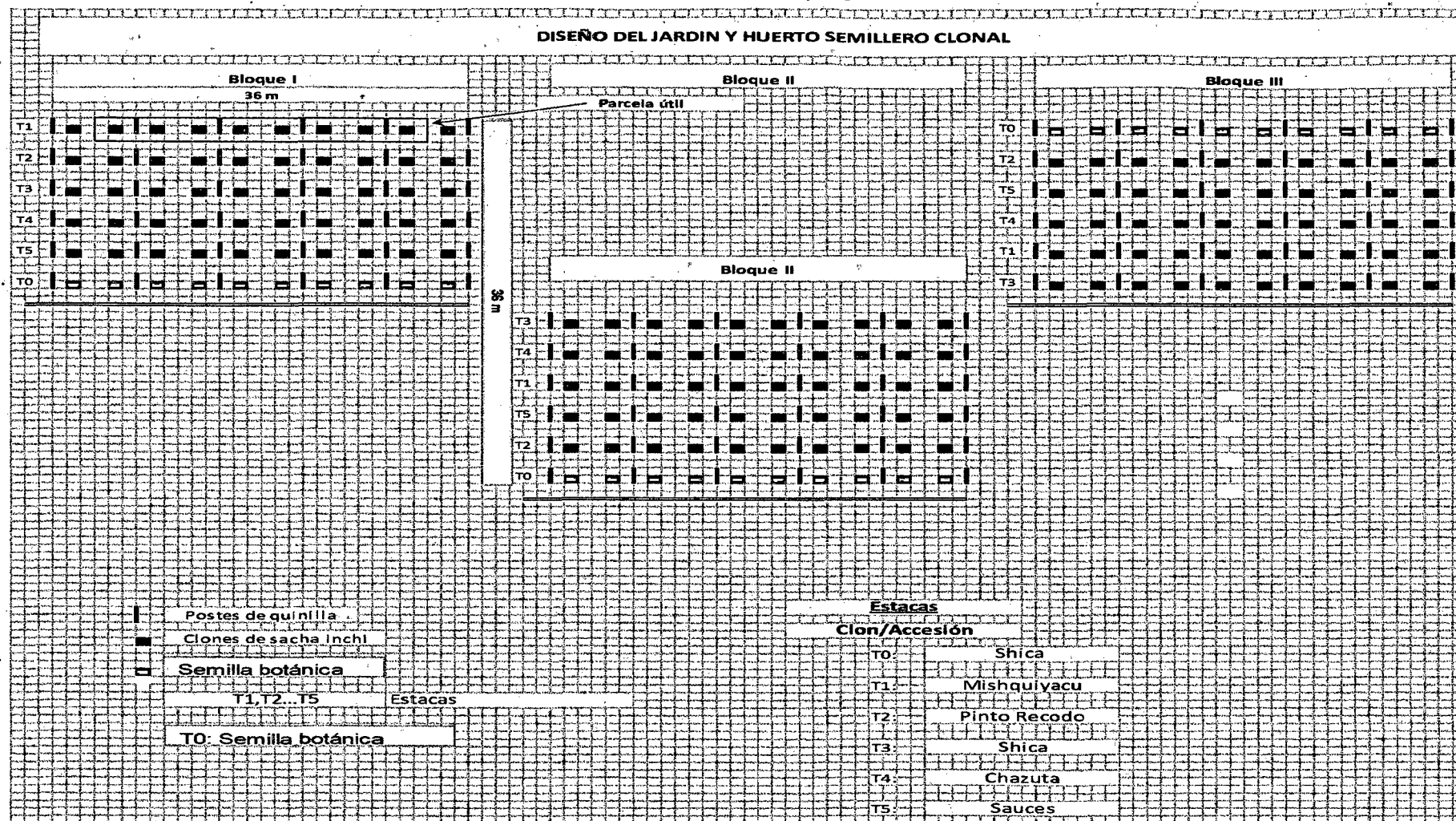


Grafico 11: Croquis de la instalación de las accesiones de "sacha inchi"